



โรงเรือนอัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT
Automated Control of Temperature and Humidity in Air and Soil Greenhouses

ผู้จัดทำโครงการ

นายทัศนพล เหมมัน

นายพัชรตลย์ โพธิ์ชัย

นายทัศนพงศ์ ชื่นนิยม

ครูที่ปรึกษา

คุณครูไพฑูรย์ กุมภาพันธุ์

โครงการนี้เป็นโครงการประเภทประดิษฐ์
โดยโครงการดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งในรายวิชา โครงการสร้างสรรค์นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ 2
รหัสวิชา ว30234 ปีการศึกษา 2566

โรงเรือนอัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT
Automated Control of Temperature and Humidity in Air and Soil Greenhouses

ผู้จัดทำโครงการ

นายทัศนพล เหมมัน

นายพัชรดลย์ โพธิ์ชัย

นายทัศนพงศ์ ชื่นนิยม

ครูที่ปรึกษา

คุณครูไพฑูรย์ กุมาพันธ์

โครงการนี้เป็นโครงการประเภทประดิษฐ์
โดยโครงการดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งในรายวิชา โครงการสร้างสรรค์นวัตกรรมวิทยาศาสตร์ 2
รหัสวิชา ว30234 ปีการศึกษา 2566

ชื่อโครงการ	โรงเรียนอัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT	
ผู้จัดทำโครงการ	นายทัศนพล	เหมม่น
	นายพัชรดลย์	โพธิ์ชัย
	นายทัศนพงศ์	ชินนิยม
ครูที่ปรึกษา	นางสาวไพฑูรย์	กุมภาพันธ์
สาขาวิชา	เทคโนโลยี	
โรงเรียน	โรงเรียนโยธินบูรณะ	ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีกระแสความนิยมในการกินผักโขมที่สูงมากขึ้นเพื่อสุขภาพ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่เพาะปลูกในตัวเมือง หรือ ความต้องการปริมาณน้ำที่พอเหมาะของผักโขม ความชื้นและอุณหภูมิหากไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่างๆเหล่านี้ได้อาจทำให้เกิดเชื้อโรคพืชที่เรีย โมโนไซโตจีนเนสและเชื้อราตามมา

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำระบบควบคุมอัตโนมัติ เทคโนโลยี IoT และ พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มาช่วยแก้ไขปัญหาดังต้น และประดิษฐ์เป็นโรงเรียนจำลองอัตโนมัติเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิของอากาศ และความชื้นในอากาศและในดินเนื่องจากปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักโขม ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าโรงเรียนจำลองอัตโนมัติควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดินให้อยู่ในเกณฑ์ที่มีอุณหภูมิ 18-27 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศ 40-60% และในดิน 50-75% ที่เหมาะสำหรับการเพาะปลูกต้นผักโขม นอกจากนี้ยังได้ทดสอบระบบรดน้ำแบบอัตโนมัติโดยการตั้งเวลาเว็บแอปพลิเคชัน พบว่าระบบดังกล่าวสามารถควบคุมปริมาณน้ำให้รดประมาณ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมต่อการปลูกผักโขม

คำสำคัญ: ผักโขม ความชื้นและอุณหภูมิ เว็บแอปพลิเคชัน ระบบควบคุมอัตโนมัติ IoT

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณครู ไพฑูรย์ กุมภาพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งกรุณาสละเวลาให้ความรู้และคำแนะนำตลอดการทำงาน

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ที่ได้ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการทำวิจัยเป็นอย่างดี

ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่า ยิ่ง ขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

26 ก.ย. 2566

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
สมมติฐาน	2
ขอบเขตของวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
นิยามเชิงปฏิบัติการ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
ผักโขม	4
ESP-32	5
Relay 5v4 channel	6
DHT22	8
Soil Moisture Sensor V1	8
Internet of Things	9
Web application	9
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ	12
การออกแบบแผนผังภาพรวมของระบบ (system diagram)	13
การประดิษฐ์ตู้ระบบควบคุมอัตโนมัติ (Controller Box)	13
การทำเว็บแอปพลิเคชัน	16
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
ผลการทดลอง	22
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการวิจัย	23
อภิปรายผล	23
ข้อเสนอแนะในกาต่อยอด	23
บรรณานุกรม	24
ภาคผนวก ก	25
ภาคผนวก ข	27
ประวัติผู้จัดทำโครงการ	29

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 ผักโขม	5
ภาพที่ 2 ESP-32	6
ภาพที่ 3 Relay 5v4 channel	7
ภาพที่ 4 DHT22	8
ภาพที่ 5 ผลการทดสอบความชื้นภายในตู้และนอกตู้ของระบบ	10
ภาพที่ 6 กล่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	11
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการทำตู้คอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบ	13
ภาพที่ 8 ไดอะแกรมวงจรไฟฟ้าภายใน	14
ภาพที่ 9 การวางตำแหน่ง LED สถานะ และ จอ LCD	14
ภาพที่ 10 การกำหนดจุดสำหรับเจาะเพื่อยึดอุปกรณ์	15
ภาพที่ 11 การเดินสายไฟฟ้า	15
ภาพที่ 12 การประกอบส่วนประกอบ	15
ภาพที่ 13 โปรแกรมในการเชื่อมต่อเพื่อการรับและส่งข้อมูล	16
ภาพที่ 14 โปรแกรมในส่วนของการนำข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ด้วยตรรกะ	16
ภาพที่ 15 โปรแกรม index.php	17
ภาพที่ 16 index.php	17
ภาพที่ 17 โปรแกรม Setting.php	18
ภาพที่ 18 Setting.php	18
ภาพที่ 19 โปรแกรม base_setting.php	18
ภาพที่ 20 โปรแกรม Status.php	19
ภาพที่ 21 Status.php	19
ภาพที่ 22 โปรแกรม manual.php	20
ภาพที่ 23 manual.php	20
ภาพที่ 24 โปรแกรม base_switch.php	20
ภาพที่ 25 โปรแกรม back_end.php	21

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 24 โปรแกรม connect.php	21

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของต้นผักโขม	23

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ผักโขมเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะบริเวณใบเมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการให้คุณค่าทางโภชนาการระหว่างผักโขมกับมะเขือเทศและแตงกวาซึ่งจัดว่าเป็นพืชผักที่สำคัญและมีคุณค่าทางโภชนาการสูงในพื้นที่เพาะปลูกที่เท่ากันแล้วผักโขมสามารถผลิตธาตุอาหารที่สำคัญได้มากกว่ามะเขือเทศและแตงกวา โดยสามารถผลิตธาตุเหล็กได้มากกว่ามะเขือเทศ 14 เท่า มากกว่าแตงกวา 18 เท่า ผลิตแคลเซียมได้มากกว่ามะเขือเทศ 41 เท่า มากกว่าแตงกวา 33 เท่า ผลิตวิตามินซีได้มากกว่ามะเขือเทศ 4 เท่า มากกว่าแตงกวา 3 เท่า ผลิตโปรตีนได้มากกว่ามะเขือเทศ 4 เท่าและมากกว่าแตงกวา 6 เท่า

ในปัจจุบันมีกระแสความนิยมในการกินผักโขมที่สูงมากขึ้น แต่ด้วยข้อจำกัดด้านพื้นที่เพาะปลูกในตัวเมือง เช่น ความต้องการปริมาณน้ำที่พอดีของผักโขม หากไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำและความชื้นได้อาจทำให้เกิดเชื้อโรคพืชที่ร้าย โมนิไซโตจีเนสและเชื้อรา หรือความไม่สะดวกด้านเวลาการดูแลเพาะปลูกผักโขมซึ่งต้องดูแลวันละ 1-2 ครั้ง ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้น จึงทำให้ไม่สามารถปลูกด้วยตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ คณะผู้จัดทำจึงทำการศึกษาระบบอัตโนมัติ เทคโนโลยี IoT และ พัฒนาเว็บไซต์ที่สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ มาประดิษฐ์ระบบอัตโนมัติ IoT และเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อแก้ปัญหาข้างต้น โดยสร้างโรงเรียนอัตโนมัติจำลองเพื่อควบคุมอุณหภูมิของอากาศความชื้นในอากาศ และความชื้นในดินเนื่องจากปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักโขม

โรงเรียนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิความชื้นในอากาศและในดิน IoT ประดิษฐ์โดยใช้ ESP32 nodeMCU เพื่อเป็นหน่วยประมวลผลหลักในการทำงาน โดย ESP32 nodeMCU มีหน้าที่รับข้อมูลต่าง ๆ ที่จะได้รับจากการกรอกข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน แล้วนำมาประมวลผลตามโปรแกรมคำสั่งที่ผู้พัฒนาได้โปรแกรมไว้จากนั้น จะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และเชื่อมต่อ ฐานข้อมูล ซึ่งเป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลให้แก่ทั้ง ESP32 nodeMCU และ Website ซึ่ง Websiteจะมีหน้าที่ส่วนของการแสดงผลอุณหภูมิ ความชื้นที่วัดได้ การตั้งค่าระยะของค่าอุณหภูมิ ความชื้น เวลาในการรดน้ำ และยังสามารถควบคุมเปิดปิดพัดลม บิมน้ำจากบนเว็บแอปพลิเคชันได้ ทั้งนี้กลุ่มของเราใช้โปรแกรม Xampp คือโปรแกรมจำลองเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวให้เป็น เว็บเซิร์ฟเวอร์ และใช้งานโปรแกรม phpMyAdmin คือโปรแกรมที่มีหน้าที่จัดการฐานข้อมูล

จากความสำคัญดังกล่าวผู้วิจัยจึงสนใจประดิษฐ์เครื่องอัตโนมัติจำลองเพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นให้เหมาะสมกับการปลูกผักโขม

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างเครื่องอัตโนมัติจำลองผ่านเว็บแอปพลิเคชันควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT

1.3 สมมติฐาน

เครื่องอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิความชื้นสามารถเร่งการเจริญเติบโตของผักโขมได้ดีกว่าการปลูกแบบปกติ

1.4 ขอบเขตของวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น สภาพแวดล้อมในการปลูกต้นผักโขม ระหว่างต้นที่ปลูกในเครื่องอัตโนมัติจำลอง และต้นที่ปลูกตามปกติ

ตัวแปรตาม การเจริญเติบโตของผักโขม

ตัวแปรควบคุม ชนิดของผักโขม จำนวนเมล็ด ชนิดของดิน แสง น้ำ

1.4.2 ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนโยธินบูรณะ

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา เมษายน 2566 – กันยายน 2566

ที่	กิจกรรม	ระยะเวลาปฏิบัติงาน					
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1	ค้นคว้าหาข้อมูล						
2	ดำเนินการทดลองตามแผน						
3	ทดสอบปรับปรุงผลการทดลอง						
4	เขียนรายงาน						

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โรงเรือนอัตโนมัติจำลองที่สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT

1.6 นิยามเชิงปฏิบัติการ

1.6.1 อัตราการเจริญเติบโต คือ สัดส่วนการเพิ่มส่วนสูงของผักโขม

1.6.2 ESP-32 คือ ชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว

1.6.3 DHT22 คือ โมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้น

1.6.4 Soil Moisture Sensor V1 คือ เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน ใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซ็นเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์

1.6.5 IoT (Internet of Things) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่สามารถ เชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล ทำให้สามารถสั่งการควบคุมการ ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของผักโขมที่ปลูกในโรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในอากาศและในดิน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- 2.1 ผักโขม
- 2.2 ESP-32
- 2.3 Relay 5v4 channel
- 2.4 DHT22
- 2.5 Soil Moisture Sensor V1
- 2.6 Internet of Things
- 2.7 Web application
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผักโขม

ผักโขม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Amaranthus viridis* จัดอยู่ในวงศ์ *Amaranthaceae* ผักโขมจะขึ้นอยู่ทั่วไปตามแหล่งธรรมชาติเช่น ป่าละเมาะ ริมทาง ชายป่าที่รกร้าง เป็นต้น และยังขึ้นเป็นวัชพืชในบริเวณสวนผัก สวนผลไม้ ไร่นาของชาวบ้าน ผักโขมเป็นพืชที่ขึ้นง่ายชาวบ้านจึงมักเก็บมาบริโภคในช่วงหน้าฝน ผักโขมมีชื่ออื่นๆ อีกคือ ผักขม (กลาง), ผักโหม, ผักหม (ใต้), ผักโหมเกลี้ยง (แม่ฮ่องสอน), กระเหม่อลอเตอ (กะเหรี่ยง, แม่ฮ่องสอน) ผักโขม (อังกฤษ: amaranth) มักจะถูกเข้าใจผิดหรือแปลผิดว่าเป็นผักที่ปอบอายุใช้เพิ่มพลังความจริงแล้วผักนั้นคือผักปวยเล้ง (spinach) ซึ่งในการดูปอบอายุจะปรากฏการใช้คำว่า spinach อย่างชัดเจน

ผักโขมเป็นไม้พุ่มเตี้ยและเป็นพืชล้มลุกปีเดียว สูง 30-100 ซม. ลำต้นอวบน้ำมีสีเขียวตั้งตรงแตกกิ่งก้านสาขามาก โคนมีสีแดงน้ำตาล ใบเป็นใบเดี่ยวรูปไข่คล้ายสามเหลี่ยมใบออกแบนสลับกว้าง 2.5-8 ซม. ยาว 3.5-12 ซม. ผิวเรียบหรือมีขนเล็กน้อย ขอบใบเรียบ หลังใบเป็นคลื่นเล็กน้อย ดอกเป็นดอกช่อสีม่วงปนเขียว ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบและปลายกิ่ง ดอกย่อยเรียงตัวอัดกันแน่น เมล็ดมีลักษณะกลมสีน้ำตาลเกือบดำ ขนาดเล็ก โดยมีประโยชน์ทางอาหาร – ยอดอ่อน ใบอ่อน ต้นอ่อน นำมาต้ม, ลวกหรือหนึ่งให้สุกรับประทาน เป็นผักจิ้มกับน้ำพริกเช่น น้ำพริกปลาร้า ปลาจ่อม กะปิ ปลาทุและน้ำพริกอีกหลายชนิด หรือหนึ่งพร้อมกับปลาทำผัดผักกับเนื้อสัตว์ นำไปปรุงเป็นแกงเช่น แกงเลียง ชาวไทยอีสาน จังหวัดศรีสะเกษ บอกว่ากินใบผักโขมเป็น

อาหาร เป็นยาชูกำลัง ทำให้สุขภาพดี และประโยชน์ทางยา – ผักโขมมีโปรตีนสูงและมีกรดอะมิโนครบทุกชนิด เหมาะกับผู้กินอาหารมังสวิรัต เป็นผักใบเขียวที่มีวิตามินเอ บี 6 ซี ไบโอฟลาวิน โฟเลต และแร่ธาตุ สำคัญ ได้แก่ แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม โพแทสเซียม สังกะสี ทองแดงและแมงกานีส ผักโขมยังเป็นผักบำรุงน้ำนม สำหรับคุณแม่ลูกอ่อน และแม้ผักโขมจะเป็นผักใบเขียว แต่ก็มีบีตา-แคโรทีนสูง โดยมีสารลูทีนและสารเซอิกแซนทิน ซึ่งเป็นสารแคโรทีนอยด์อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสารทั้งสองนี้มีสรรพคุณช่วยชะลอความเสื่อมของดวงตา ลดความเสี่ยงจากโรคดวงตาเสื่อมได้ถึงร้อยละ 43 ทั้งยังมีผลในการลดความเสี่ยงในการเกิดโรคอัลไซเมอร์ และมีสารซาโปนินที่ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือดได้อีกด้วย นอกจากนั้นผักโขมยังมีเส้นใยอาหารมาก จึงช่วยระบบขับถ่าย และลดความเสี่ยงการเป็นมะเร็งกระเพาะอาหารได้ ผักโขมเป็นผักใบเขียวที่มีปริมาณสารออกซาเลตค่อนข้างสูง ดังนั้นผู้ที่มีปัญหาเรื่องนิ่ว เกาต์ ข้ออักเสบรูมาตอยด์ รวมถึงผู้ที่ต้องการสะสมปริมาณแคลเซียมควรจะต้องหลีกเลี่ยงการกินผักโขมในปริมาณมาก



ภาพที่ 1 ผักโขม

2.2 ESP-32

ESP32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว ผลิตโดยบริษัท Espressif จากประเทศจีน โดยราคา ณ ที่เขียนบทความอยู่นี้ มีราคาไม่เกิน 500 บาท (บอร์ดพัฒนาสำเร็จรูป) โดยตัวไอซี ESP32 มีสเปคโดยละเอียด ดังนี้

ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240MHz มีแรมในตัว 512KB รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16MB มาพร้อมกับ WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi-Fi direct มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6V ถึง 3V ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40°C ถึง 125°C

นอกจากนี้ ESP32 ยังมีเซ็นเซอร์ต่าง ๆ มาในตัวด้วย ดังนี้ วงจรกรองสัญญาณรบกวนในวงจรขยายสัญญาณเซ็นเซอร์แม่เหล็ก เซ็นเซอร์สัมผัส (Capacitive touch) รองรับ 10 ช่อง รองรับการเชื่อมต่อคลิสตอล 32.768kHz สำหรับใช้กับส่วนวงจรนับเวลาโดยเฉพาะ

ขาใช้งานต่าง ๆ ของ ESP32 รองรับการเชื่อมต่อต่าง ๆ ดังนี้ มี GPIO จำนวน 32 ช่อง รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง รองรับ I2C จำนวน 2 ช่อง รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง รองรับ I2S จำนวน 2 ช่อง รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

นอกจากนี้ ESP32 ยังรองรับฟังก์ชันเกี่ยวกับความปลอดภัยต่าง ๆ ดังนี้ รองรับการเข้ารหัส WiFi แบบ WEP และ WPA/WPA2 PSK/Enterprise มีวงจรเข้ารหัส AES / SHA2 / Elliptical Curve Cryptography / RSA-4096 ในตัว

ในด้านประสิทธิภาพการใช้งาน ตัว ESP32 สามารถทำงานได้ดี โดย รับ – ส่ง ข้อมูลได้ความเร็วสูงสุดที่ 150Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT40 ได้ความเร็วสูงสุด 72Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11n HT20 ได้ความเร็วสูงสุดที่ 54Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11g และได้ความเร็วสูงสุดที่ 11Mbps เมื่อเชื่อมต่อแบบ 11b เมื่อใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล UDP จะสามารถรับ – ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็ว 135Mbps ในโหมด Sleep ใช้กระแสไฟฟ้าเพียง 2.5uA



ภาพที่ 2 ESP-32

2.3 Relay 5v4 channel

Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสถานะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลดยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสถานะปกติ

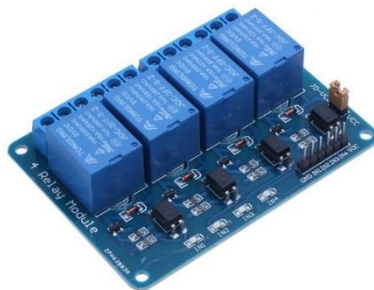
จะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้ โมดูลรีเลย์ 4ช่อง 5V (4 Channel Relay Module) เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมการทำงานของโหลดทางไฟฟ้าได้ทั้งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ซึ่งโหลดสูงสุด คือ AC 250V/10A และ DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low, กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20mA., มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler, มี LED แสดงสถานะ Relay สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน PLC Control, บ้านอัจฉริยะ, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อกับบอร์ด Raspberry Pi, Arduino, NodeMCU ESP8266, NodeMCU ESP8266 ฯลฯ เป็นต้น

สเปค

- ไฟเลี้ยงโมดูลรีเลย์ VCC = 5VDC
- ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า AC ได้สูงสุด 250VAC 10A หรือ แรงดันไฟฟ้า DC ได้สูงสุด 30VDC

10A (Maximum Load)

- ระดับสัญญาณอินพุตควบคุมแบบ TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active Low
- กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20mA
- มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler
- มี LED แสดงสถานะ Relay
- โมดูลขนาด 5.3cm.(กว้าง) x 7.0cm.(ยาว) x 1.7cm.(สูง)



ภาพที่ 3 Relay 5v4 channel

2.4 DHT22

DHT22 เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นที่ความละเอียดและช่วงการวัดที่สูงกว่า DHT11 ใช้ไฟได้ 3-5V สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -40 ถึง 80°C ที่ความแม่นยำ $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ และความชื้น 0-100% คลาดเคลื่อน 2-5% อัตราการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นสูงสุด 0.5Hz โมดูล DHT22 ใช้งานง่าย มีไลบรารีพร้อมใช้ โดยเซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นดิจิทัลราคาถูกแบบ DHT22 เป็นเซ็นเซอร์พื้นฐานที่ใช้ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศโดยใช้เซ็นเซอร์ความชื้นแบบแคปซิทิฟและเซ็นเซอร์อุณหภูมิแบบเทอร์มิสเตอร์ เซ็นเซอร์นี้ทำงานโดยการส่งสัญญาณดิจิทัลผ่านขาข้อมูล (ไม่ต้องใช้ขานาฬิกา) เราสามารถใช้งานได้อย่างง่าย แต่ต้องมีการจับเวลาอย่างรอบคอบในการเก็บข้อมูล ข้อเสียเดียวที่แท้จริงของเซ็นเซอร์นี้คือ มันสามารถรับข้อมูลใหม่ได้เพียงครั้งเดียวทุก 2 วินาที ดังนั้นเมื่อใช้ไลบรารีของเรา ค่าอ่านของเซ็นเซอร์อาจจะเป็นข้อมูลที่เก่าถึง 2 วินาที การเชื่อมต่อขาแรกทางด้านซ้ายไปยังพาวเวอร์ 3-5V ขาที่สองเชื่อมกับขาอินพุตของคุณ และขาด้านขวาเชื่อมกับแต่ละขาอัดดิน แม้ว่ามันใช้สายเดียวในการส่งข้อมูล แต่ไม่สามารถใช้งานร่วมกับระบบ Dallas One Wire ได้ หากต้องการใช้งานเซ็นเซอร์หลายตัว แต่ละตัวจะต้องมีขาข้อมูลของตัวเอง เมื่อเปรียบเทียบกับ DHT11 เซ็นเซอร์นี้มีความแม่นยำและความแม่นยำมากกว่า และทำงานในช่วงอุณหภูมิและความชื้นที่กว้างกว่า



ภาพที่ 4 DHT22

2.5 Soil Moisture Sensor V1

เซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน Soil Moisture Sensor V1 ใช้วัดความชื้นในดิน หรือใช้เป็นเซ็นเซอร์น้ำ สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ได้ทั้งสัญญาณอนาล็อกอ่านค่าความชื้น และสัญญาณดิจิทัลที่ส่งมาจากโมดูล สามารถปรับความไวได้ด้วยการปรับ Trimpot บนบอร์ด

2.6 Internet of Things

IoT หรือ Internet of Things (อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง) อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล ทำให้สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เข้ากับการใช้งานอื่นๆ (Digital, 2021) โดยมีองค์ประกอบหลัก ดังนี้ 1.) สิ่งต่างๆ (Things) เป็นอุปกรณ์ที่มีวิธีการในการเชื่อมต่อเป็นแบบใช้สายหรือแบบไร้สาย เพื่อเข้าสู่เครือข่ายที่กว้างขวางกว่า 2.) เครือข่าย (Networks) ทำหน้าที่คล้ายกับเราเตอร์ที่บ้าน เป็นเครือข่าย หรือเกตเวย์ในการ เชื่อมต่อสิ่งต่างๆ ไปยังระบบคลาวด์ (Cloud) 3.) ระบบคลาวด์ (Cloud) เป็นเซิร์ฟเวอร์ระยะไกลในศูนย์ข้อมูลที่ทำหน้าที่ ในการรวมและเก็บ ข้อมูลเอาไว้อย่างปลอดภัย (RS Components, 2021) การนำ Internet of Things มาประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน Internet of Things สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลายสาขา เช่น 1.) Smart Industry ทำงานเกี่ยวกับด้านอุตสาหกรรม เช่น Smart retail, Smart supply chain, Smart farming, Smart Manufacturing เป็นต้น 2.) Smart city ทำงานเกี่ยวกับด้านโครงสร้างพื้นฐานของเมือง เช่น Smart living, Smart mobility, Smart Economy, Smart Environment, Smart tourism, Smart Tourism เป็นต้น 3.) Smart life ทำงานเกี่ยวกับด้านชีวิตประจำวัน ให้มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์ กับสิ่งของได้โดยง่าย เช่น Smart house, Wearables IoT เป็นต้น (Digital, 2021)

2.7 Web application

เว็บแอปพลิเคชัน (Web application) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์หนึ่งที่ทำ หน้าที่เฉพาะ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็นไคลเอนต์ (Client) ซึ่งไคลเอนต์นี้เป็นระบบหรือแอปพลิเคชัน ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับ ระบบคอมพิวเตอร์อื่นที่เรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ได้ (บริษัท กลุ่มแอดวานซ์ รีเสิร์ช จำกัด , 2563) โดยสามารถ นำมาประยุกต์กับ Internet of Things จะทำให้สามารถ ควบคุม Microcontroller เพื่อสั่งการ ควบคุมอุปกรณ์ เช่น มอเตอร์ กล้องมอนิเตอร์ เป็นต้น โดยการ ประยุกต์ Internet of Things กับ Web application สามารถทำแบบง่ายได้ โดยการใช้ board ESP32 พัฒนาคู่กับ Web application สำหรับควบคุม board ESP32 ผ่านอินเทอร์เน็ตซึ่งอาจความรู้ด้านเว็บไซต์ และ การใช้ Xampp เป็นโปรแกรม Apache web server ไว้จำลอง web server เพื่อไว้ทดสอบ สคริปหรือเว็บไซต์ในเครื่องของเรา โดยที่ไม่ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายใดๆ ที่เป็นวิธีที่ง่ายสำหรับ มือใหม่ มีประสิทธิภาพที่ดี และยังมีอีกด้วย

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัชฎาภรณ์ บุญศรีและคณะ (2563) ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเห็ดนางฟ้าผ่าน สมาร์ทโฟน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้งานจริงโครงสร้างของโรงเรือนมีขนาดกว้าง 0.53 เมตร ยาว 0.60 เมตร สูง 1.60 เมตร ระบบได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 Node MCU ควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นผ่านเซ็นเซอร์ AM2315 แสดงผลการควบคุมผ่าน แอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน ผลการ ทดสอบของระบบ พบว่า การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิเท่ากับ 26.46 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยของความชื้นในโรงเรือนเท่ากับ 91.19 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนนอกโรงเรือนมีค่าเฉลี่ยของ อุณหภูมิเท่ากับ 26.33 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยของความชื้นนอกโรงเรือนเท่ากับ 91.91 เปอร์เซ็นต์ผลของ อุณหภูมิของการทดสอบในช่วงระหว่าง 26-27 องศาเซลเซียส อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกเห็ด นางฟ้า นอกจากนี้ยังได้ทดสอบระบบควบคุมแบบ เปิด-ปิด ด้วยตนเอง พบว่า ระบบดังกล่าวสามารถ ตอบสนองผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี



(ก) การแสดงผลของแอปพลิเคชัน Blynk

(ข) การแสดงผลของตู้ควบคุมระบบ

ภาพที่ 5 ผลการทดสอบความชื้นภายในตู้และนอกตู้ของระบบ

กายรัฐ เจริญราษฎร์และคณะ (2562) พัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ด โดยอาศัยเซ็นเซอร์ ตรวจวัดอากาศร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบ ติดตั้งและทดสอบ ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ กับฟาร์มเห็ดของกลุ่มเกษตรกรในตำบลหนองปากโลง อำเภอมะนัง จังหวัดนครปฐม ด้วยการเพาะเห็ดจำนวน 760 ก้อน เป็นระยะเวลาสองรอบการผลิต คือรอบแรกในเดือนสิงหาคมถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2559 และรอบที่สองในช่วง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 ผู้วิจัยได้เก็บ ข้อมูลผลผลิต ไม่ว่าจะเป็นน้ำหนักของดอกเห็ดของ ก้อนเห็ดแต่ละก้อนในแต่ละวัน ข้อมูลอุณหภูมิและความชื้น ตลอดจนการเปิดปิดระบบควบคุมในโรงเรือนควบคุม อัตโนมัติ และพบว่าในช่วงเดือนสิงหาคมถึง

เดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ก้อนเห็ดของโรงเรือนควบคุมอัตโนมัติและ โรงเรือนที่ไม่มีการควบคุมให้ปริมาณผลผลิตใกล้เคียงกัน โดยต่างกันเพียง 0.67 % เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝนความชื้น ในโรงเรือนจึงสูงอยู่เสมอ ส่วนในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ถึง กุมภาพันธ์ พ.ศ.2560 ปริมาณผลผลิตของก้อนเห็ด ในทั้งสองโรงเรือนจะน้อยกว่าในช่วงฤดูฝน โดยในโรงเรือนควบคุมอัตโนมัติจะให้ผลผลิตที่มากกว่าที่ประมาณ 14.72 % ซึ่งเป็นข้อดีที่จะทำให้เกษตรกรลดการหยุดการเพาะเห็ดในหน้าแล้งเนื่องจากปัญหาผลผลิตต่ำ



ภาพที่ 6 กล่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

กฤษฎา ขาวบุ่งและณรงค์ มูลศิริ (2562) ได้ศึกษาระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนอัจฉริยะนั้นได้จัดทำโดยโปรแกรม Arduino ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีไว้สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อป้อนข้อมูลลงแผงวงจร อีกทั้งยังมี การนำมอเตอร์เซอร์โว มาช่วยในเรื่องการระบายความร้อนโดยการเปิดและปิดหลังคาโรงเรือน ซึ่ง หากค่าแสงเกินหรือต่ำกว่าที่กำหนด ให้หลังคาทำการเปิดปิดเองอัตโนมัติ , ระบบระบายความร้อน ด้วยพัดลม โดยใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิมาวัดอุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าที่กำหนดไว้ ให้ พัดลมเปิด-ปิดทำงานเองอัตโนมัติ แล้วนำข้อมูลมาแสดงผลผ่านจอ LCD ช่วยให้สามารถรับรู้ค่า อุณหภูมิและค่าแสงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ภายในระบบควบคุมโรงเรือนเพาะปลูกเพื่อเป็นการ ลดสภาพความแปรปรวนของดินฟ้าอากาศและเพื่อเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น

บทที่ 3

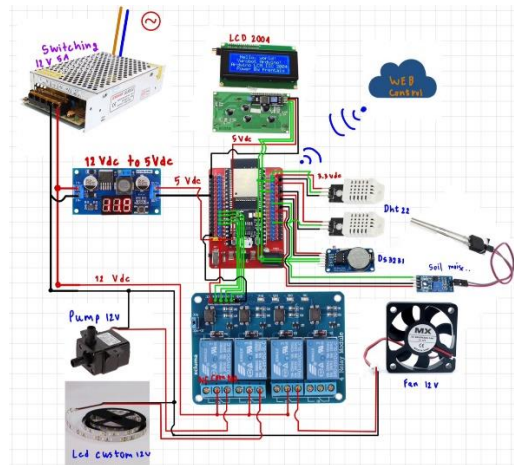
วิธีการดำเนินการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของผักโขมที่ปลูกในโรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในอากาศและในดิน ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับดังต่อไปนี้

1. การออกแบบแผนผังภาพรวมของระบบ
2. การประดิษฐ์ตู้ระบบควบคุมอัตโนมัติ(Controller Box)
3. การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

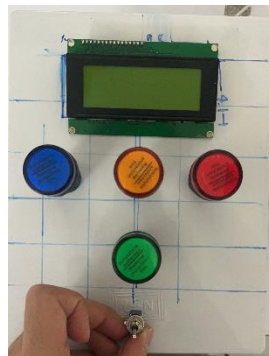
วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ESP32 + boardshield (คอนโทรลเลอร์)
2. Relay 5v4 channel (สวิตช์ควบคุมการเปิดปิดไฟ)
3. DHT22 (โมดูลวัดความชื้น อุณหภูมิ)
4. Soil moisture sensor module high quality (โมดูลวัดความชื้นในดิน)
5. Step down dc to dc (โมดูลปรับแรงดันไฟฟ้า)
6. Switching 12v 5A (อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า AC to DC)
7. Pump 12vdc + ท่อและหัวฟอกกี้ (รดน้ำ)
8. Fan 12vdc (ระบายอากาศ)
9. Lcd2004 (จอแสดงผล)
10. Led Status 12Vdc (แสดงผลการทำงาน)
11. เมล็ดผักโขมและวัสดุอุปกรณ์ในการปลูก
12. อุปกรณ์เพิ่มเติมอื่นๆสำหรับการต่อวงจรไฟฟ้า
13. ท่อ PVC ขนาด ½"
14. หัวแรงบัดกรี
15. กรรไกรสำหรับตัดท่อ pvc
16. เครื่องเลเซอร์อะคริลิก

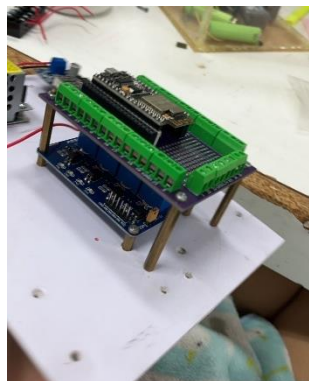


ภาพที่ 8 ไดอะแกรมวงจรไฟฟ้าภายใน

3.2.2 ออกแบบลักษณะตำแหน่งการวางของอุปกรณ์ต่างๆของตัวกล่องคอนโทรลเลอร์
และทำการตัดแผ่น พลาสติก และใช้ปากกาจุดตำแหน่งต่าง ๆ ที่จะเป็นจุดยึดและทำการเจาะในภายหลัง

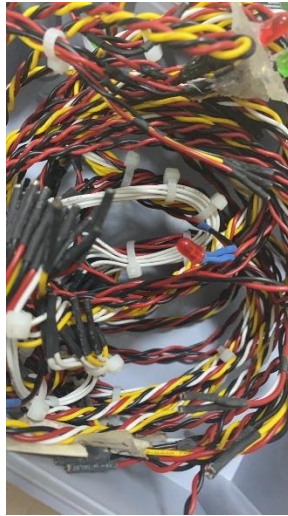


ภาพที่ 9 การวางตำแหน่ง LED สถานะและจอ LCD



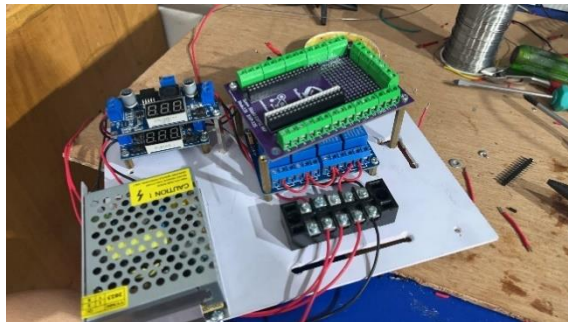
ภาพที่ 10 การกำหนดจุดสำหรับเจาะเพื่อยึดอุปกรณ์

3.2.3 วัดระยะห่างจากจุดที่จะใช้ในการเดินสายไฟฟ้าจากจุดเริ่มต้น ไปจนถึงจุดเป้าหมาย ทั้งสาย VCC(ไฟบวก) GND(ไฟลบ) และสายสัญญาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของอุปกรณ์นั้น ๆ



ภาพที่ 11 การเดินสายไฟฟ้า

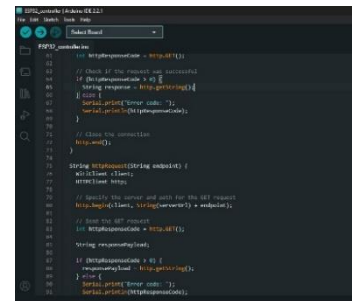
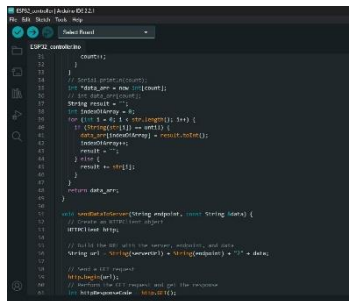
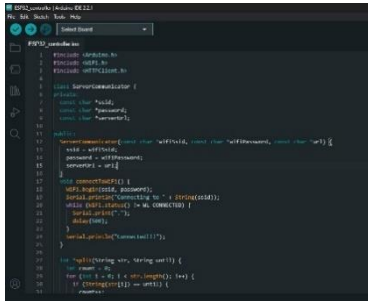
3.2.4 ทำการประกอบส่วนประกอบทั้งหมดเข้าด้วยกัน ทั้งสายไฟฟ้า บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ ฯลฯ และทำการทดสอบการทำงานของระบบและส่วนประกอบย่อย



ภาพที่ 12 การประกอบส่วนประกอบ

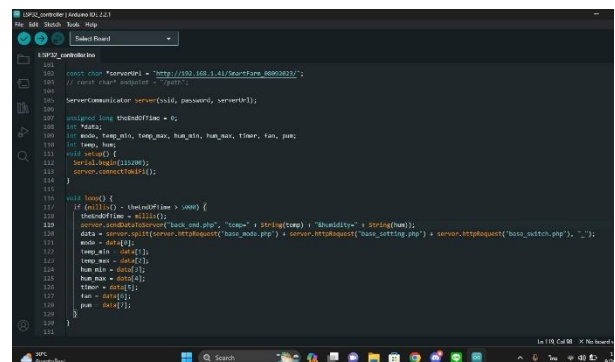
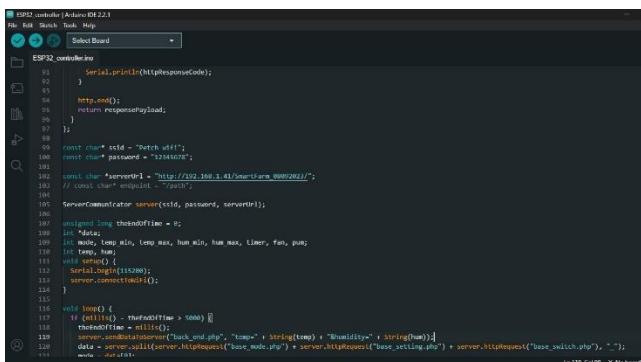
3.2.5 เปิดโปรแกรม Arduino IDE และทำการเขียนโปรแกรม และอัปโหลดคำสั่งสำหรับบอร์ด ESP32 ด้วยภาษา C++ โดยการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.2.6 โปรแกรมในส่วนของการเชื่อมต่อ wifi แล้วเชื่อมต่อฐานข้อมูล(Database) แล้วจึงทำการรับส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอล HTTP ซึ่งจะนำเข้าสู่ข้อมูลจากการตั้งค่า การกดสวิตช์และโหมดจากการเลือกหน้าเว็บเพจ และการส่งออกข้อมูลค่าอุณหภูมิและความชื้นเพื่อใช้ในการแสดงผลบนเว็บเพจ



ภาพที่ 13 โปรแกรมในการเชื่อมต่อเพื่อการรับและส่งข้อมูล

3.2.7 โปรแกรมในส่วนของการนำข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ด้วยตรรกะ(if,else) ในการสั่งการการทำงานต่าง ๆ ด้วยการส่งสัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานของ Relay ซึ่งเหมือนการทำงานของสวิตช์และทำให้ไฟฟ้าครบวงจร และในส่วนของการแสดงผลสถานะต่าง ๆ บนจอLCD2004

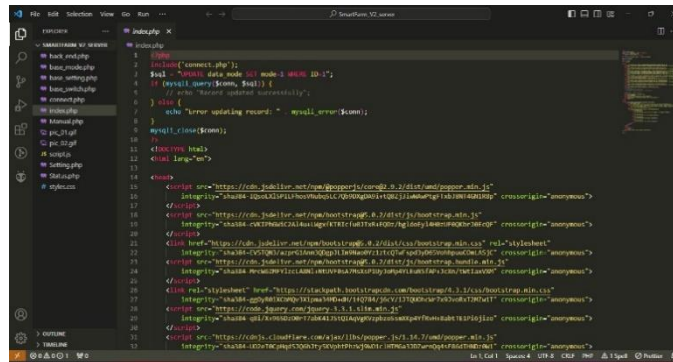


ภาพที่ 14 โปรแกรมในส่วนของการนำข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ด้วยตรรกะ

3.3 การทำเว็บแอปพลิเคชัน

จากการออกแบบการทำงาน ได้แบ่งการทำงานของส่วนเว็บแอปพลิเคชันออกเป็น ส่วนของการแสดงผลบน webpage การรับและส่งข้อมูล และฐานข้อมูลดังนี้

3.3.1 index.php คือโปรแกรมหน้าหลักมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลให้ base_mode.php ส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูลและesp32จะทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล(Query) ในการกำหนดให้ ESP32 แสดงผลสถานะการทำงานต่างบนจอ LCD 2004 ซึ่งหากไม่มีการตอบสนองจากเว็บจะถือว่ามีการใช้งานจากหน้านี้อยู่เสมอ

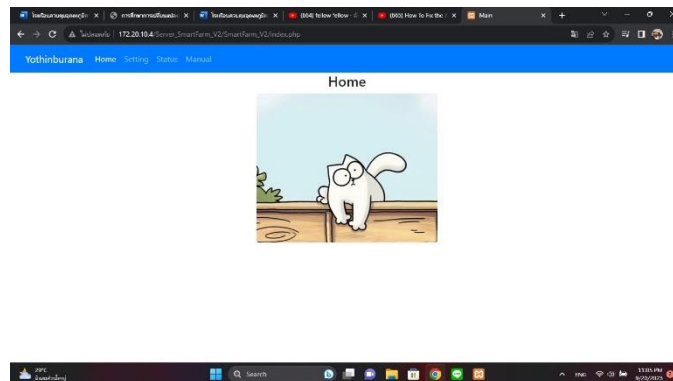


```

1 <?php
2 include('connect.php');
3 $sql = "SELECT data_mode, ID FROM ID-1";
4 $result = mysql_query($sql, $conn);
5 if (mysql_error()) {
6     echo "Error updating record: " . mysql_error($conn);
7 }
8 $sql = "SELECT * FROM ID-1";
9 $result = mysql_query($sql, $conn);
10 if (mysql_error()) {
11     echo "Error updating record: " . mysql_error($conn);
12 }
13
14 <table>
15 <tr>
16 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
17 <tr>
18 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
19 <tr>
20 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
21 <tr>
22 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
23 <tr>
24 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
25 <tr>
26 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
27 <tr>
28 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
29 <tr>
30 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
31 <tr>
32 <td><a href="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.min.js">jQuery</a></td></tr>
33 </table>

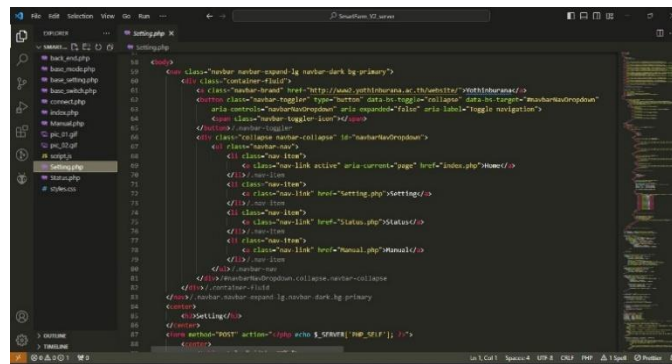
```

ภาพที่ 15 โปรแกรม index.php

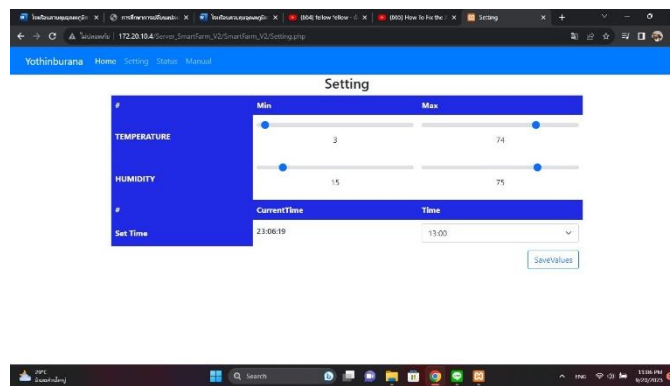


ภาพที่ 16 index.php

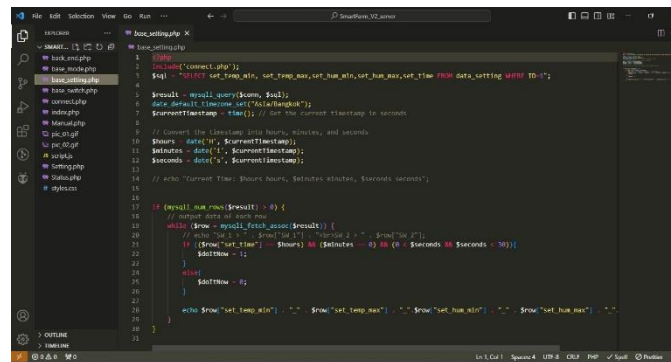
3.3.2 setting.php คือโปรแกรมตั้งค่าระยะของอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศและดิน มีหน้าที่ในการส่งข้อมูลให้ base_mode.php ส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูล และesp32จะทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล(Query) ในการกำหนดให้ESP32 แสดงผล ข้อมูลที่ผู้ใช้ทำการตั้งค่าจากบนเว็บ เช่น ค่าอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด เป็นต้น บนจอ LCD 2004 และ ส่งข้อมูลให้ base_setting เพื่อส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูล และesp32จะทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล(Query) ในการกำหนดให้ESP32 รับค่าเพื่อเข้าสู่กระบวนการควบคุมอุณหภูมิความชื้น และรดน้ำอัตโนมัติ



ภาพที่ 17 โปรแกรม Setting.php



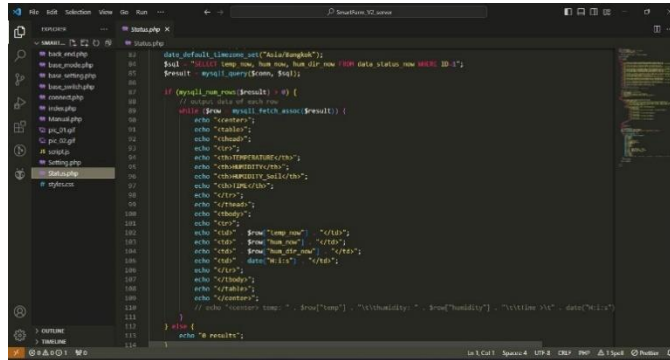
ภาพที่ 18 Setting.php



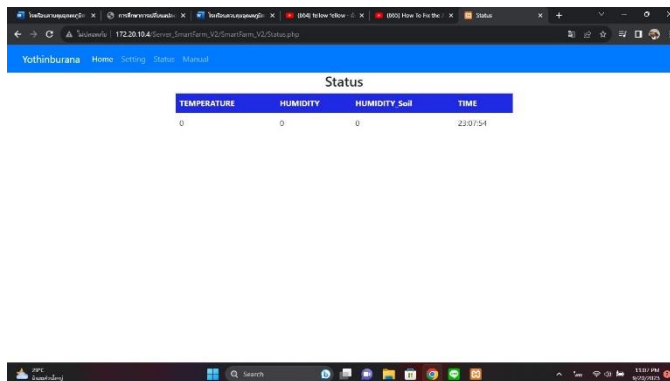
ภาพที่ 19 โปรแกรม base_setting.php

3.3.3 Status.php คือโปรแกรมแสดงผลค่าอุณหภูมิ ความชื้นของอากาศและดินที่ส่งมาจากESP32 สู่อานข้อมูล และหน้าโปรแกรมนี้ได้ทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล(Query) มาแสดงผลบนหน้าเว็บแอปพลิเคชัน มีหน้าที่ในการส่งข้อมูลให้ base_mode.php ส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูลและesp32จะทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล

(Query) ในการกำหนดให้ ESP32 แสดงผลสถานะการทำงานต่างบนจอ LCD 2004 คล้ายคลึงกับindex.php เพียงแต่จะสามารถแสดงผลอุณหภูมิ ฯ บนเว็บเพจได้

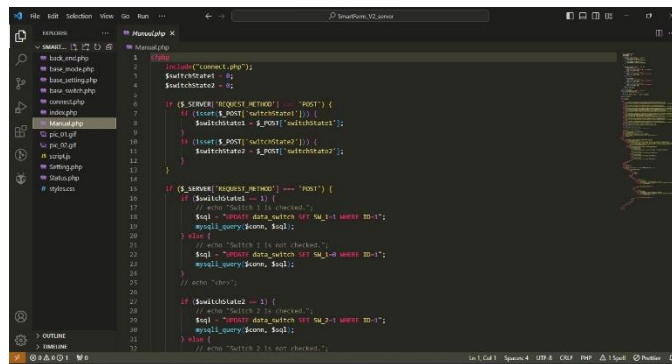


ภาพที่ 20 โปรแกรม Status.php

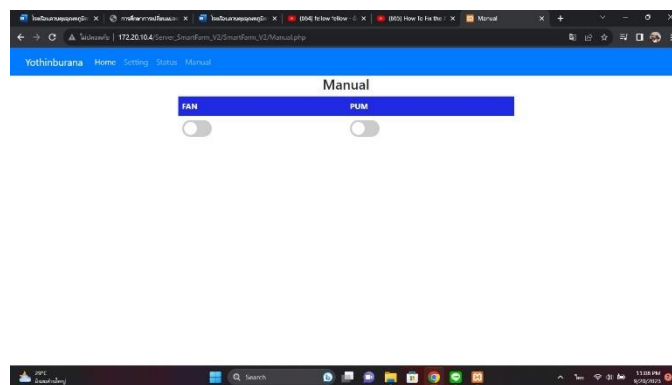


ภาพที่ 21 Status.php

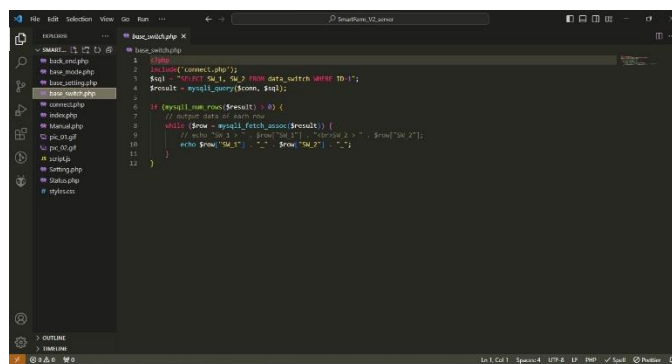
3.3.4 manual.php คือโปรแกรมควบคุมการเปิดปิด พัดลม ป้อนน้ำ ผ่านเว็บโดยการคลิกที่สวิตซ์ มีหน้าที่ในการส่งข้อมูลให้ base_mode.php ส่งข้อมูลไปที่ฐานข้อมูลและ ESP32 จะทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล (Query) ในการกำหนดให้ ESP32 แสดงผลสถานะการทำงานต่างบนจอ LCD 2004 คล้ายคลึงกับindex.php และmanual.php จะทำการส่งค่าด้วย base_switch.php และส่งข้อมูลไปอัปเดตค่าที่ฐานข้อมูล และ ESP32 จะทำการร้องขอเพื่อรับข้อมูล(Query) และนำค่าไปใช้ในการทำสั่งการทำงานของปั้มและพัดลมต่อไป



ภาพที่ 22 โปรแกรม manual.php

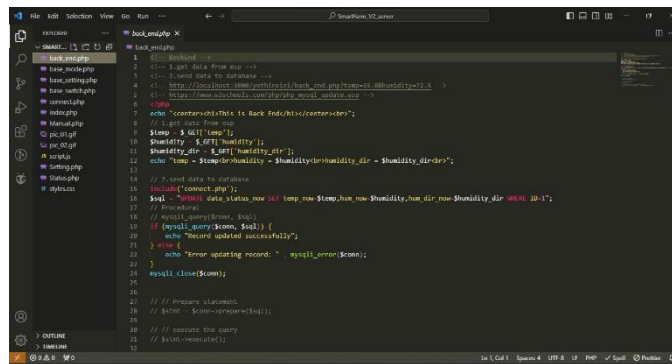


ภาพที่ 23 manual.php



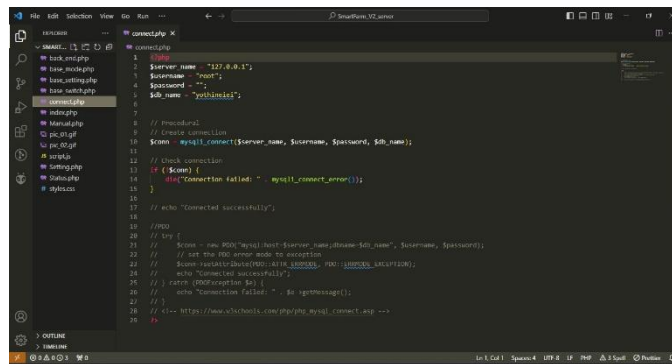
ภาพที่ 24 โปรแกรม base_switch.php

3.3.5 back_end.php มีหน้าที่ในการเป็นตัวกลางในการเป็นผู้รับข้อมูลและส่งต่อข้อมูลระหว่าง ESP32 ด้วยโปรโตคอล http get และ http post และฐานข้อมูล



ภาพที่ 25 โปรแกรม back_end.php

3.3.6 connect.php มีหน้าที่เชื่อมต่อเพื่อทำงานเข้าถึงข้อมูลใน ฐานข้อมูลตามการทำงานต่างๆ



ภาพที่ 26 โปรแกรม connect.php

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง

ส่วนสูงของต้นผักโขมที่ปลูกในโรงเรือนและปลูกตามปกติเวลา 1 สัปดาห์
ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของต้นผักโขม

วันที่	1		2		3		4		5		6		7	
	ความสูง (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (mm)	จำนวนใบ	ความสูง (mm)	จำนวนใบ
ต้นที่ปลูกตามปกติ	-	-	-	-	-	-	2	-	5	2	11	2	18	2
ต้นที่ปลูกในโรงเรือนอัตโนมัติ	-	-	-	-	2	-	7	2	13	2	19	2	24	2

จากตารางที่ 2 แสดงส่วนสูงของต้นผักโขมที่ปลูกในโรงเรือนกับปลูกตามปกติในเวลา 1 สัปดาห์พบว่าต้นผักโขมที่ปลูกในโรงเรือนอัตโนมัติจำลองมีส่วนสูงที่มากกว่าต้นที่ปลูกตามปกติ โดยผักโขมที่ปลูกในโรงเรือนจำลองอัตโนมัติ ในวันที่ 3 ผักโขมเริ่มมีลำต้นงอกออกมาจากเมล็ด วัดความสูงได้ 2 มิลลิเมตร เมื่อเวลาผ่านไป ลำต้นสูงขึ้น มาประมาณ 7-13 มิลลิเมตร เริ่มมีใบงอกออกมา 2 ใบ เมื่อครบ 1 สัปดาห์ วัดความสูงของลำต้นได้ 24 มิลลิเมตร และมีจำนวนใบ 2 ใบ ส่วนผักโขมที่ปลูกตามปกติ ในวันที่ 4 ผักโขมเริ่มมีลำต้นงอกออกมาจากเมล็ด วัดความสูงได้ 2 มิลลิเมตร เมื่อเวลาผ่านไป ลำต้นสูงขึ้น มาประมาณ 5-11 มิลลิเมตร เริ่มมีใบงอกออกมา 2 ใบ เมื่อครบ 1 สัปดาห์ วัดความสูงของลำต้นได้ 18 มิลลิเมตร และมีจำนวนใบ 2 ใบ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการประดิษฐ์โรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT โดยสามารถควบคุมและแสดงผลสถานะผ่านเว็บแอปพลิเคชัน จากการสังเกตและบันทึกผลการทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ หลังจากผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการวิจัยมาวิเคราะห์ พบว่าโรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ ความชื้นในดินได้จริงโดยใช้อุณหภูมิที่ 21 องศาเซลเซียส ความชื้นในอากาศ 50% และในดิน 60% ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่จะทำให้ผักโขมเจริญเติบโตได้ดี

จากการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์รับรู้ (DHT22 Sensor), ปั๊มน้ำ และพัดลม สามารถเร่งอัตราการเจริญเติบโตของผักโขมได้ดีกว่าการปลูกแบบทั่วไป โดยค่าเฉลี่ยส่วนสูงของต้นที่ปลูกในโรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิความชื้นในอากาศและในดิน IoT มีค่าสูงกว่าต้นที่ปลูกตามปกติ 5.8 มิลลิเมตร โดยควบคุมตัวแปรให้เหมือนกันทุกประการ สามารถแก้ปัญหาการปลูกผักโขมหรือผักอื่น ๆ บนพื้นที่อยู่บนพื้นที่จำกัดได้ และแก้ปัญหาค่าความไม่สะดวกในการเพาะปลูก

5.2 อภิปรายผล

งานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การออกแบบและสร้างระบบควบคุมความชื้นและอุณหภูมิในโรงเรือนนางฟ้าผ่าน สมาร์ทโฟนของ อัษฎางค์ บุญศรีและคณะ (2563) ในเรื่องการใช้งานแอปพลิเคชันในการแสดงผลและควบคุมจากระยะไกลและงานวิจัยเรื่องพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนเพาะเห็ดโดยอาศัยเซนเซอร์ ตรวจวัดอากาศร่วมกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ของ กายรัฐ เจริญราษฎร์และคณะ (2562) โดยที่เมื่อปลูกพืชโดยควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดินพืชจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกตามปกติ และงานวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องระบบควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนอัจฉริยะของ กฤษฎา ขาวบู่และณรงค์ มุลศิริ (2562) ที่ไม่ได้ใช้งานแอปพลิเคชันในการแสดงผลและควบคุมจากระยะไกล โดยโรงเรือนอัตโนมัติจำลองควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดิน IoT สามารถควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นในอากาศและในดินและยังสามารถใช้งานแอปพลิเคชันในการแสดงผลและควบคุมจากระยะไกลได้

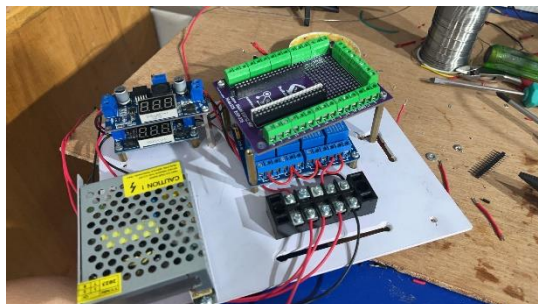
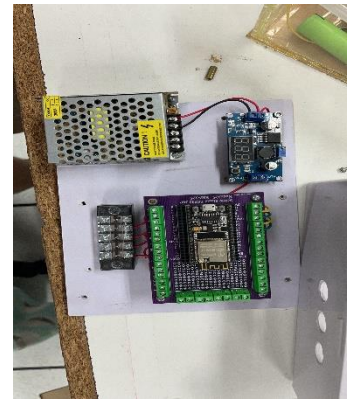
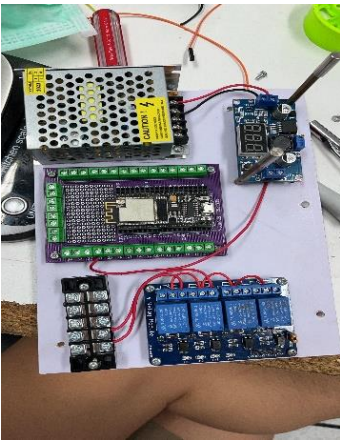
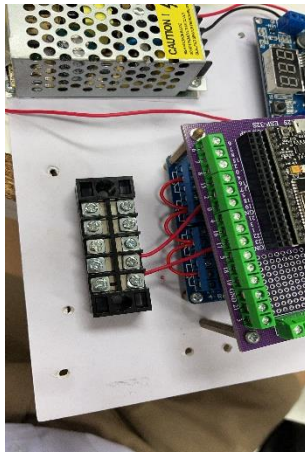
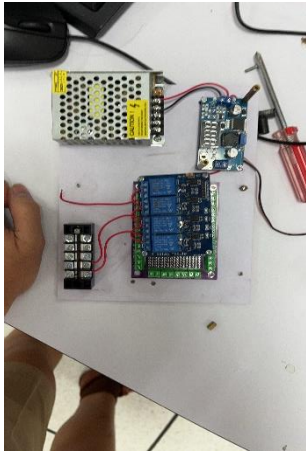
5.3 ข้อเสนอแนะในการต่อยอด

1.ศึกษาสเปกตรัมสีและเพิ่มการใช้ LED เพื่อควบคุมแสงและทำช่องระบายอากาศเพื่อให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดแก่กะปลูกผักโขม

2.เพิ่มระบบอัตโนมัติและระบบรับรู้ เพื่อคอยแสดงผลถึงการเจริญเติบโตของต้นผักโขม และอำนวยความสะดวกในการเก็บเกี่ยวผลผลิตโขม

ภาคผนวก ก

ภาพกล่องควบคุมคอนโทรลเลอร์



ภาคผนวก ข

ภาพการเจริญเติบโตของต้นผักโขม



ประวัติผู้ทำโครงการ

นายทัศนพล เหมมัน เกิดวันที่ 11 มกราคม พ.ศ.2549 ที่อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนวัดอมรินทราราม ในปีการศึกษา 2560 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนโยธินบูรณะ ในปีการศึกษา 2563 และปัจจุบันศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนโยธินบูรณะ

นายพัชรดลย์ โพธิ์ชัย เกิดวันที่ 21 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 ที่อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนราชวินิต ในปีการศึกษา 2560 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนโยธินบูรณะ ในปีการศึกษา 2563 และปัจจุบันศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนโยธินบูรณะ

นายทัศนพงศ์ ชื่นนิยม เกิดวันที่ 23 มกราคม พ.ศ.2549 ที่อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนกสิณธรเซนต์ปีเตอร์ ในปีการศึกษา 2560 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนโยธินบูรณะ ในปีการศึกษา 2563 และปัจจุบันศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนโยธินบูรณะ